IEC 60268-22

Edition 1.0 2020-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Sound system equipment – Part 22: Electrical and mechanical measurements on transducers

Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 22: Mesurages électriques et mécaniques sur transducteurs

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 33.160.01

ISBN 978-2-8322-8815-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms, definitions and abbreviated terms 9
3.1 Terms and definitions 9
3.2 Abbreviated terms 9
4 Type description 9
5 Marking of terminals and controls 9
6 Physical characteristics 9
6.1 Dimensions 9
6.2 Mass 10
6.3 Connectors and cable assemblies 10
7 Conditions 10
7.1 Rated conditions 10
7.2 Climatic conditions 10
7.3 Standard measuring conditions 10
8 Test signals 11
8.1 General 11
8.2 Small-signal condition 11
9 Acoustical environment 11
9.1 General 11
9.2 Free-field conditions 11
9.3 Half-space, free-field conditions 12
9.4 Free-air condition 12
9.5 Target application conditions 12
9.6 Vacuum condition 12
9.7 Plane-wave tube condition 12
9.8 Non-acoustical measurement condition 12
10 Positioning of the radiator 13
10.1 Rated geometrical conditions 13
10.2 Target application condition 14
11 Measurement equipment and test results 14
12 Accuracy of the mechanical and electrical measurement 14
13 Mounting of the DUT 14
13.1 Mounting and acoustic loading of drive units 14
13.2 Mounting and acoustic loading of an electro-acoustic system 15
13.3 Requirements for laser vibrometry 15
14 Preconditioning 15
15 Rated ambient conditions 15
15.1 Temperature ranges 15
15.2 Humidity ranges 15
16 Electrical signals at transducer terminals 16
16.1 Rated maximum input value 16
17 Electrical input power 17

17.1 Real input power 17
17.2 Power dissipated in DC resistance 17
17.3 Power dissipated in rated impedance 18
17.4 Rated maximum input power 18
18 Electrical input impedance 18
18.1 Complex electrical impedance 18
18.2 Rated Impedance: characteristic to be specified 19
19 Vibration of the radiator surface 19
19.1 General 19
19.2 Displacement of a surface point r_r 19
19.3 Reference displacement 20
19.4 Peak and bottom displacement 21
19.5 DC displacement 21
19.6 Displacement transfer function 22
19.7 Accumulated acceleration level 22
20 Small-signal lumped parameters 23
20.1 General 23
20.2 Electrical parameters 24
20.3 Relative lumped parameters 25
20.4 Lumped mechanical parameters 28
20.5 Pure lumped mechanical parameters 31
20.6 Compliance versus frequency 31
20.7 Distributed mechanical parameters 32
20.8 Lumped acoustical parameters 36
21 Electro-acoustical efficiency 40
21.1 Reference efficiency 40
21.2 Passband efficiency 41
22 Sensitivity 41
22.1 Reference sensitivity 41
22.2 Passband sensitivity 42
23 Large-signal characteristics 42
23.1 Electrical and mechanical nonlinearities 42
23.2 Other loudspeaker nonlinearities 43
23.3 Asymmetry of the nonlinearity 43
23.4 Offset from reference rest position, x_{off} 45
23.5 Maximum reference displacement 46
24 Thermal characteristics 48
24.1 General 48
24.2 Increase in voice coil temperature 48
24.3 Effective thermal resistance 49
24.4 Thermal parameters 49
24.5 Thermal time constant of the voice coil 50
24.6 Thermal bypass factor 50
25 Time variance of the loudspeaker characteristics 50
25.1 Fatigue and load induced aging 50
26 Measurement uncertainty 52
Annex A (informative) Practical application guide 54

Bibliography 55

Figure 1 – Rated conditions used to describe the geometry and position of the radiator in the coordinate system 13

Figure 2 – Equivalent electrical network representing the electrical input impedance using the LR2 model for the lossy inductance of an electro-dynamical transducer 23

Figure 3 – Analogous lumped parameter network representing the electrical, mechanical and acoustical elements at low frequencies 27

Figure 4 – Asymmetrical mass distribution function $D_{\mathrm{M}}(y,z_0)$ in the mechanical system of a microspeaker that shifts the centre of gravity away from the pivot point 34

Figure 5 – Equivalent electrical network of a transducer operated in a baffle represented by pure mechanical elements and additional acoustical elements 38

Figure 6 – Equivalent electrical network representing the electrical input impedance of a vented loudspeaker system 39

Figure 7 – Nonlinear force factor characteristic of an electro-dynamical transducer 45

Table A.1 – Important characteristics and their application 54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –

Part 22: Electrical and mechanical measurements on transducers

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60628-22 has been prepared by technical area 20: Analogue and digital audio, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
100/3311/CDV	100/3424/RVC

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60268 series, published under the general title *Sound system equipment*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Measurements of the electrical and mechanical state variables have become increasingly important for the following reasons:

- Maximum sound pressure output is limited by voice coil heating and transducer nonlinearities. The large signal behaviour of loudspeakers can be described by nonlinear and thermal models using lumped parameters. These physical characteristics are important for transducer design and system integration.
- Mechanical vibration of the diaphragm determines the radiated sound. The modal vibration of the radiator's surface can be predicted by numerical simulations (FEA) and directly measured by laser vibrometry. This data represents important transducer characteristics that can be used to design the desired directivity into the system's acoustical output.
- DSP plays an important role in active systems. Digital pre-processing of the audio stream requires reliable transducer property information to protect the transducer against thermal and mechanical overload and to actively compensate for linear and nonlinear distortion generated in the output signal.

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –

Part 22: Electrical and mechanical measurements on transducers

1 Scope

This part of IEC 60268 applies to transducers converting an electrical input signal into a mechanical or acoustical output signal. However, if the electrical input terminals and the surface of the radiator are accessible, this document can also apply to passive and active sound systems such as loudspeakers, headphones, TV-sets, multi-media devices, personal portable audio devices, automotive sound systems and professional equipment. This document describes only electrical and mechanical measurements that help assess the transfer behaviour of the device under test (DUT). This includes operating the DUT in both the small- and large-signal domains. The influence of the target application's acoustical boundary conditions (e.g. car interior) can also be considered in the physical evaluation of the sound system. Perception and cognitive evaluations of the reproduced sound and the impact of perceived sound quality are outside the scope of this document.

NOTE This document does not apply to microphones and other sensors. Implementation of this document does not require access to the sound pressures generated in the near or far fields of the radiator. Directivity and other characteristics describing the electro-acoustical transfer properties are described in IEC 60268-21, which covers acoustical measurements.The practical application of the measurements for research and development (R&D), end-of-line testing (QC) and evaluation in the final target application (TA) is discussed in Annex A.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60263:1982, *Scales and sizes for plotting frequency characteristics and polar diagrams*

IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part 1: General*

IEC 60268-2:1987, *Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*

IEC 60268-11:1987*, Sound system equipment – Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components*

IEC 60268-12:1987, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*
IEC 60268-12:1987/AMD1:1991

IEC 60268-21:2018, *Sound system equipment – Part 21: Acoustical (output-based) measurements*

IEC 62458:2010, *Sound system equipment – Electroacoustical transducers – Measurement of large signal parameters*

IEC 62459:2010, *Sound system equipment – Electroacoustical transducers – Measurement of suspension parts*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO/IEC GUM:1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 61
INTRODUCTION 63
1 Domaine d'application 64
2 Références normatives 64
3 Termes, définitions et termes abrégés 65
3.1 Termes et définitions 65
3.2 Termes abrégés 65
4 Description du type 65
5 Marquage des bornes et des commandes 65
6 Caractéristiques physiques 66
6.1 Dimensions 66
6.2 Masse 66
6.3 Connecteurs et faisceaux de câbles 66
7 Conditions 66
7.1 Conditions assignées 66
7.2 Conditions climatiques 66
7.3 Conditions normalisées de mesurage 67
8 Signaux d'essai 67
8.1 Généralités 67
8.2 Conditions de signaux faibles 67
9 Environnement acoustique 68
9.1 Généralités 68
9.2 Conditions de champ libre 68
9.3 Conditions de champ libre en demi-espace 68
9.4 Conditions d'air libre 68
9.5 Conditions d'application visée 68
9.6 Conditions de vide 68
9.7 Conditions de tube à ondes planes 69
9.8 Conditions de mesurage non acoustique 69
10 Positionnement du radiateur 69
10.1 Conditions géométriques assignées 69
10.2 Conditions d'application visée 70
11 Equipement de mesurage et résultats des essais 70
12 Exactitude des mesurages électriques et mécaniques 70
13 Montage du DUT 70
13.1 Montage et charge acoustique des unités motrices 70
13.2 Montage et charge acoustique d'un système électroacoustique 71
13.3 Exigences de vibrométrie laser 71
14 Préconditionnement 71
15 Conditions ambiantes assignées 72
15.1 Plages de températures 72
15.2 Plages d'humidité 72
16 Signaux électriques aux bornes du transducteur 72
16.1 Valeur d'entrée maximale assignée 72
17 Puissance électrique d'entrée 74

17.1 Puissance d'entrée réelle 74
17.2 Puissance dissipée dans la résistance en courant continu 74
17.3 Puissance dissipée dans l'impédance assignée 74
17.4 Puissance d'entrée maximale assignée 74
18 Impédance électrique d'entrée 75
18.1 Impédance électrique complexe 75
18.2 Impédance assignée: caractéristique à spécifier 75
19 Vibration de la surface du radiateur 76
19.1 Généralités 76
19.2 Déplacement d'un point de surface r_r 76
19.3 Déplacement de référence 77
19.4 Déplacement de crête et de fond 78
19.5 Déplacement en courant continu 78
19.6 Fonction de transfert de déplacement 79
19.7 Niveau d'accélération cumulé 79
20 Paramètres localisés des signaux faibles 80
20.1 Généralités 80
20.2 Paramètres électriques 81
20.3 Paramètres localisés relatifs 83
20.4 Paramètres mécaniques localisés 85
20.5 Paramètres purement mécaniques localisés 88
20.6 Elasticité en fonction de la fréquence 88
20.7 Paramètres mécaniques distribués 89
20.8 Paramètres acoustiques localisés 93
21 Efficacité électroacoustique 97
21.1 Efficacité de référence 97
21.2 Efficacité de la bande passante 98
22 Sensibilité 98
22.1 Sensibilité de référence 98
22.2 Sensibilité de la bande passante 99
23 Caractéristiques des signaux forts 100
23.1 Non-linéarités électriques et mécaniques 100
23.2 Autres non-linéarités des haut-parleurs 100
23.3 Asymétrie de la non-linéarité 100
23.4 Décalage par rapport à la position de repos de référence, x_{off} 102
23.5 Déplacement maximal de référence 103
24 Caractéristiques thermiques 106
24.1 Généralités 106
24.2 Augmentation de la température de la bobine acoustique 106
24.3 Résistance thermique efficace 107
24.4 Paramètres thermiques 107
24.5 Constante de temps thermique de la bobine acoustique 108
24.6 Facteur de contournement thermique 108
25 Variance temporelle des caractéristiques du haut-parleur 108
25.1 Vieillissement provoqué par la fatigue et la charge 108
26 Incertitude de mesure 110
Annexe A (informative) Guide d'application pratique 112

Bibliographie 113

Figure 1 – Conditions assignées utilisées pour décrire la géométrie et la position du radiateur dans le système de coordonnées 69

Figure 2 – Réseau électrique équivalent représentant l'impédance électrique d'entrée à l'aide du modèle LR2 pour l'inductance avec perte d'un transducteur électrodynamique 80

Figure 3 – Réseau de paramètres localisés analogiques représentant les éléments électriques, mécaniques et acoustiques aux basses fréquences 85

Figure 4 – Fonction de distribution de masse asymétrique $D_{\mathrm{M}}(y,z_0)$ dans le système mécanique d'un micro-haut-parleur qui éloigne le centre de gravité du point de pivot 91

Figure 5 – Réseau électrique équivalent d'un transducteur fonctionnant dans un écran acoustique représenté par des éléments purement mécaniques et des éléments acoustiques supplémentaires 95

Figure 6 – Réseau électrique équivalent représentant l'impédance d'entrée électrique d'un système de haut-parleur ventilé 96

Figure 7 – Caractéristique du facteur de force non linéaire d'un transducteur électrodynamique 102

Tableau A.1 – Caractéristiques importantes et leur application 112

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 22: Mesurages électriques et mécaniques sur transducteurs

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60628-22 a été établie par le domaine technique 20: Audio analogique et numérique, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
100/3311/CDV	100/3424/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60268, publiées sous le titre général *Equipements pour systèmes électroacoustiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les mesurages des variables d'état électriques et mécaniques deviennent de plus en plus importants pour les raisons suivantes:

- la pression acoustique de sortie maximale est limitée par l'échauffement des bobines acoustiques et les non-linéarités des transducteurs. Le comportement des signaux forts des haut-parleurs peut être décrit par des modèles non linéaires et thermiques en utilisant des paramètres localisés. Ces caractéristiques physiques sont importantes pour la conception des transducteurs et l'intégration des systèmes;
- la vibration mécanique du diaphragme détermine le rayonnement du son. La vibration modale de la surface du radiateur peut être prédite par simulations numériques (analyse des éléments finis) et directement mesurée par vibrométrie laser. Ces données représentent des caractéristiques importantes du transducteur qui peuvent être utilisées pour concevoir la directivité souhaitée dans la sortie acoustique du système;
- le DSP (processeur de signal numérique) joue un rôle important dans les systèmes actifs. Le prétraitement numérique du flux audio exige des informations fiables sur les propriétés du transducteur afin de le protéger des surcharges thermiques et mécaniques et de compenser activement les distorsions linéaires et non linéaires générées dans le signal de sortie.

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 22: Mesurages électriques et mécaniques sur transducteurs

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60268 s'applique aux transducteurs qui convertissent un signal d'entrée électrique en signal de sortie mécanique ou acoustique. Toutefois, si les bornes d'entrée électriques et la surface du radiateur sont accessibles, le présent document peut également s'appliquer aux systèmes électroacoustiques passifs et actifs tels que les haut-parleurs, les casques d'écoute, les téléviseurs, les appareils multimédias, les appareils audio personnels portables, les systèmes électroacoustiques pour automobile et les équipements professionnels. Le présent document ne décrit que les mesurages électriques et mécaniques qui aident à évaluer le comportement de transfert de l'appareil soumis à l'essai (DUT). Cela comprend le fonctionnement du DUT dans les domaines des signaux faibles et des signaux forts. L'influence des conditions de limite acoustique de l'application visée (par exemple, habitacle d'un véhicule) peut également être prise en considération dans l'évaluation physique du système électroacoustique. La perception et les évaluations cognitives du son reproduit et l'impact de la qualité acoustique perçue n'entrent pas dans le domaine d'application du présent document.

NOTE Le présent document ne s'applique pas aux microphones et autres capteurs. La mise en œuvre du présent document n'exige pas l'accès aux pressions acoustiques générées dans les champs proches ou lointains du radiateur. La directivité et d'autres caractéristiques qui décrivent les propriétés de transfert électroacoustique sont décrites dans la l'IEC 60268-21, qui couvre les mesurages acoustiques. L'application pratique des mesurages pour la recherche et le développement (R&D), les essais en fin de ligne (QC) et l'évaluation dans l'application finale visée (TA) est traitée à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60263:1982, *Echelles et dimensions des graphiques pour le tracé des courbes de réponse en fréquence et des diagrammes polaires*

IEC 60268-1:1985, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 1: Généralités*

IEC 60268-2:1987, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 2: Explication des termes généraux et méthodes de calcul*

IEC 60268-11:1987*, Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 11: Application des connecteurs pour l'interconnexion des éléments de systèmes électroacoustiques*

IEC 60268-12:1987, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 12: Application des connecteurs pour radiodiffusion et usage analogue*
IEC 60268-12:1987/AMD1:1991

IEC 60268-21:2018, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 21: Mesures acoustiques (basées sur la sortie)*

IEC 62458:2010, *Sound system equipment – Electroacoustical transducers – Measurement of large signal parameters* (disponible en anglais seulement)

IEC 62459:2010, *Sound system equipment – Electroacoustical transducers – Measurement of suspension parts* (disponible en anglais seulement)

ISO 3:1973, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

ISO/IEC GUM:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)*